

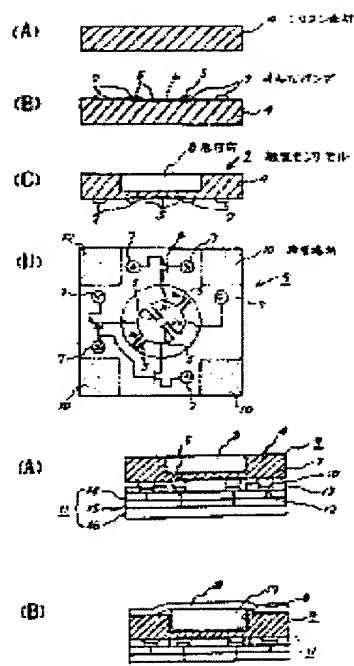
TACTILE SENSE SENSOR

Patent number: JP63155676
Publication date: 1988-06-28
Inventor: SHINOKURA TSUNEKI
Applicant: AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL
Classification:
 - international: H01L29/84; G01L1/18; G01L5/00
 - european:
Application number: JP19860301182 19861219
Priority number(s):

Abstract of JP63155676

PURPOSE: To obtain a tactile sense sensor that is more compact and thin entirely by inserting a pressure receptor into a hole with the bottom is formed at an upper part of a tactile sense cell after pasting the tactile sense sensor cell with a substrate.

CONSTITUTION: Semiconductor strain gauges 5, FET switches 6, and solder bumps 7 are formed at the one side of a raw material 4 of a silicon sensor cell. A hole with the bottom 8 is made at the rear side that is lacking in the above gauges 5. A cylindrical pressure receptor is inserted in this hole 8. Spaces 10 where adhesives like sheets are placed are prepared at four corners of a tactile sense sensor cell 9. The tactile sense sensor cell 9 and a substrate are joined together at four bonding places 10; besides, pressure of the tactile sense sensor is applied to the above bonding places. In this way, the sensor cell 9 is connected with a multilayer interconnection substrate 11 and after that, it is pressed by heating and is bonded to the bonding places of the cell 9 through the connection of the solder bumps 7 to electrodes 12 and by the use of the sheet adhesives 13.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-155676

⑤ Int.Cl.⁴H 01 L 29/84
G 01 L 1/18
5/00

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

Z-6819-5F
7409-2F
Z-7409-2F

④ 公開 昭和63年(1988)6月28日

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 触覚センサ

⑰ 特 願 昭61-301182

⑱ 出 願 昭61(1986)12月19日

⑲ 発 明 者 篠 倉 恒 樹 神奈川県横須賀市長坂2丁目2番1号 株式会社富士電機
総合研究所内

⑳ 出 願 人 工 業 技 術 院 長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

明 細 書

1. 発明の名称

触 覚 セ ン サ

2. 特許請求の範囲

- a) 圧力を受ける受圧体と、
- b) 表面に前記受圧体をはめ込む底付穴を形成し、裏面に前記圧力を検出する半導体ストレインゲージとスイッチとはんだバンプとを形成したシリコンセンサセルと、
- c) 該シリコンセンサセルの前記裏面に熱圧着で接合するシート状接着剤と電極と多層配線とで構成された多層配線基板と、
- d) 該多層配線基板上に前記シリコンセンサセルを搭載して熱圧着し、前記受圧体を前記底付穴にはめ込んだ後、該受圧体を覆うように配設される保護膜とを具備したことを特徴とする触覚センサ。

(以 下 、 余 白)

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、ロボットのハンドに装着して把握物から受ける力を検出するのに好適な触覚センサに関する。

〔従来の技術〕

従来のロボットは、マニプレータ、シーケンス型ロボット、プレイバック型ロボット等のように、ある固定された場所で作業するものが多く、作業範囲や能力に限界があった。たとえば、自動車用溶接ロボットは生産ラインのある場所に固定された状態で使用され、溶接アームが動いて車体の溶接を行うものであり、ロボット自身が車体の方へ移動し、自ら判断して溶接を行うものではない。ところが、近年では人間の五感に相当する感覚機能をもつロボットが開発され、しだいに実用化されつつあり、近い将来には2足歩行の歩くロボットも実用化されるであろうと考えられる。

これらのいわゆる知能ロボットは従来のロボットと異なり、各種センサを取付けている必要があ

る。代表的なセンサとしては、視覚センサと触覚センサであり、特に触覚センサは物の把握、把持などの作業に不可欠なものとなっている。

このような知能ロボット用の触覚センサに要求される性能仕様としては、次のようなものがある。

- ① 高感度：力を検出する感度が高いこと、例えば数グラムの荷重を検出できること。
- ② 高分解能：センサセルは小さく、かつ密度の高いこと。
- ③ 広ダイナミックスレンジ：できるだけ動作範囲を広くすること。
- ④ 高信頼性・高耐久性：過酷な環境に耐えること。
- ⑤ 線形性・少ヒステリシス：圧力と出力が比例し、ヒステリシスが少ないこと。
- ⑥ 応答速度：信号処理の応答速度が速いこと。
- ⑦ 柔軟性：人間の手の皮膚のように軟かいこと。

3

(b) 感圧ゴムシートを利用するものは、1枚のシートを電極で挟み、その電極に加わった力によってシート抵抗が変ることを利用したものであるが、直線性やヒステリシスが生じやすく、また耐熱性が低いという問題がある。

(c) 光の反射量の変化を利用するものは、透明なガラス板の表面に多数の円錐状の突起を有するゴムシートをあてがい、そのガラス板の裏面に鏡かまたは受光素子を並べておき、そのガラス板の横方向からそのガラス板内へ光を照射し、外力の大きさに応じて変化する上述のゴムシートの突起ゴムのへこみ具合を鏡かまたは受光素子で検知するものである。しかし、この光の反射を利用する触覚センサは外力の絶対値を正確に知ることがむづかしく、また検出精度が悪いなどの問題がある。

これらの触覚センサ以外にも、多数の触覚センサが提案、ないし試作されているが、いずれも上述の性能仕様を十分に満足するには至っていない。そのため、真に実用性の高い触覚センサの開

と。

- ⑧ すべり感覚：圧力だけでなく、できればすべりも検出すること。
- ⑨ 小型廉価：薄くて小型で製造コストが低いこと。

これらのいくつかの要求を満足する各種の触覚センサがこれまで提案、ないし実用化されてきた。その触覚センサとしては、たとえば、(イ) マイクロスイッチのON/OFFを利用する、(ロ) 感圧ゴムシート(導電ゴムシートとも称する)を利用するもの、(ハ) 光の反射量の変化を利用するもの、などがある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしこれらの従来の触覚センサには次のような問題点がある。

- (a) マイクロスイッチのON/OFFを利用するものは、通常OFFの状態にあるセンサが力を受けるとONの状態になるものであるが、これは力の有無を検出するだけで、その力の大きさを連続的に検出することができないものではない。

4

発が、いまだに強く叫ばれているのが実情である。

この発明は、上述の問題点に鑑み、実用的性能が高く、しかも構造が簡単で、薄型かつ高密度に配列できる触覚センサを提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

かかる目的を達成するために、本発明は、圧力を受ける受圧体と、表面に受圧体をはめ込む底付穴を形成し、裏面に圧力を検出する半導体ストレインゲージとスイッチとはんだバンプとを形成したシリコンセンサセルと、シリコンセンサセルの裏面に熱圧着で接合するシート状接着剤と電極と多層配線とで構成された多層配線基板と、多層配線基板上にシリコンセンサセルを搭載して熱圧着し、受圧体を底付穴にはめ込んだ後、受圧体を覆うように配設される保護膜とを具備したことを特徴とする。

〔作用〕

この発明では、シリコンウエハから作ったセン

サセルの片面に半導体ストレンゲージ、スイッチおよび電極パンプを形成し、その裏面には底付の円柱状穴(底付穴)をあける。一方、上述のセンサセルを搭載する多層配線基板には、電極と薄い接着シートおよび入力信号層と出力信号層とを形成し、上述のセンサセルの電極パンプと電極との位置合わせを行ってセンサセルと多層配線基板とを熱圧着で接着およびはんだ付けを行う。このあと、受圧体を上述の底付き穴にはめ込み、表面に保護膜を接合させて触覚センサを作る。従って、本発明によれば、実用的性能が高く、構造が簡単で、薄型かつ高密度に配列できる触覚センサが得られる。

[実施例]

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

(A) 実施例の触覚センサの原理

第1図(A)～(D)は本発明の実施例の原理を示す。

第1図(A)は本発明実施例に適用した周知のホ

7

極に対応する。

第1図(B)は円形のダイヤフラム2上に、半径方向に沿って外周部位置にストレンゲージ R_2 と R_4 とを、中央部位置にストレンゲージ R_1 と R_3 とを配設した場合の本発明実施例でのゲージ配置を示す。この第1図(B)のゲージ配置で半導体ゲージ抵抗が作られた触覚センサ3の断面形態を第1図(C)に示す。第1図(C)に示すように触覚センサ3の中央位置で圧力Fを受けた場合の、ストレンゲージ $R_1 \sim R_4$ を設けた張り出し面の応力分布は第1図(D)に示すようにダイヤフラム2の外周部位置で圧縮力、中央部位置で引っ張り力を受ける分布となる。このように、半導体ストレンゲージ R_1 と R_3 とが中央部の引張応力、半導体ストレンゲージ R_2 と R_4 とが外周部の圧縮力を受けるので、第1図(A)に示す電圧計Eの検出値は高くなり、高感度が得られる。

(B) 触覚センサセル

第2図(A)～(D)、第3図(A)、(B)および第4図(A)、(B)は本発明の一実施例の触覚センサの製

9

造工程と構成を示す。ここで、 R_1, R_2, R_3, R_4 はそれぞれブリッジ1の四辺のゲージ抵抗を示す。Vは直流電源であり、その負側はアースに接続して、ブリッジ1に直流電圧を印加する。ブリッジ1の出力の検出は不平行電位を電圧計Eにより検出することにより行う。 S_x はX軸指令であり、電源Vの電圧スイッチ S_v と、ブリッジ出力の一方の片側電流スイッチ S_{A2} とを同時に開又は閉にする。 S_y はY軸指令であり、ブリッジ出力の他方の片側電流スイッチ S_{A1} を開または閉にする。これらの指令 S_x と S_y とが同時に導通(ON)であれば、このブリッジ1から出力が得られ、少なくとも指令 S_x と S_y のいずれか一方が非導通(OFF)であればその出力は得られない。なお、これらのスイッチ S_v, S_{A1}, S_{A2} は例えばFET(電解効果型トランジスタ)で作られる。さらに、 S_x' はX軸指令端子、 V' は電圧端子、Gはアース端子、 A_1 は電流端子、 A_2 は電流端子、 S_y' はY軸端子であり、これらの端子は後述するシリコンセルのはんだパンプや多層配線基板の電

8

造工程と構成を示す。第2図(A)～(D)は一枚のシリコンウエハから公知の半導体加工プロセスにより触覚センサ3のシリコンセンサセル(触覚センサセル)を製造する工程と、そのシリコンセンサセルの配線パターンとを示す。第2図(A)はシリコンウエハの一部、すなわちシリコンセンサセルの素材4を示す。次に、第2図(B)に示すように、あらかじめ設計した所定の配線パターンに従って上述のシリコンセンサセルの素材4の片面に半導体ストレンゲージ5とFETスイッチ6および突状のはんだパンプ(bump)7とを公知の半導体加工プロセスで形成する。さらに、これを表裏逆転して第2図(C)に示すようにストレンゲージ5等の無い裏面側に公知のエッチング法等により円柱状の底付穴8をあける。この穴8には後述の円柱状受圧体のはめこまれる。

第2図(D)は第2図(C)に示す触覚センサセル9の配線パターンの一例を示す。ここで $A_1, S_y', V', S_x', A_2, G$ はそれぞれ第1図(A)の各端子に対応し、第2図(B)で示す工程で形成したはん

10

だパンプ7である。

また、触覚センサセル(シリコンセンサセル)9の4隅には後述のシート状接着剤を置くスペースが(接着場所)10が設けてある。この4ヶ所の接着場所10で触覚センサセル9と後述の基板とが接合される。しかも、この接着場所10は触覚センサ3の力が加わる所でもある。

③多層配線基板

第3図(A),(B)は第2図の触覚センサセル9を搭載する多層配線基板11の構造を示す。第3図(A)は、多層配線基板11上の電極12およびシート状接着剤13の配置を Sx' , V' , G , A_1 , A_2 , Sy' で示す。これらの電極12は、多層配線基板11のスルーホールに直結しており、はんだ付けが容易な銅または複合めっき膜等で形成される。そして、これら電極12は第2図で示したはんだパンプ7と熱圧着によってはんだ付される。一方、正方形のシート状接着剤13は基板11の4隅に配置され、しかもこのシート状接着剤13は触覚センサ3が受けた力を支える所であるから、弾性が高く、かつ強固な

1 1

接着とを行う。最後に、第4図(B)に示すように、剛性の高い合金網などで形成した受圧体17をセンサセル9の底付穴8にはめこみ、さらにポリミドやゴムなどで形成した保護膜18を受圧体17の上部表面を覆うように形成して、触覚センサ3の単体の組立を終了する。

④信号処理回路

第4図(B)に示すような触覚センサ3の単体を多数マトリックス状に平面または立体配列すれば、圧力分布を求めることが可能である。しかし、その圧力分布の検出の際に信号処理をどのようにするかという問題が残る。

第5図はこの問題を解決した本発明実施例における信号処理回路の構成を示す。

本例は9ヶの触覚センサ単体をマトリックス状に並べた場合の一例である。

本図において、 $Sx_1 \sim Sx_3$ は縦列のスイッチ信号(X軸指令)を示し、信号 Sx_1 , Sx_2 , Sx_3 の順にON/OFFの切換走査をする。また、 $Sy_1 \sim Sy_3$ は横列のスイッチ信号(Y軸指令)を示し、信号

1 3

ものでなければならない。従って、このシート状接着剤13としては、例えば熱圧着で接着する加熱硬化型接着剤が最適である。

第3図(B)は上述の多層配線基板11の断面構造を示す。この基板11はガラスエポキシ樹脂製か、またはセラミック製で作成する。この配線基板11の第一層は電極12のみとし、第2層は縦列信号線層14、すなわち Sx , V , G が通る層であり、第3層は横列信号線層15、すなわち Sy , A_1 , A_2 が通る層である。また第4層はベース層16である。

⑤触覚センサ単体の組立

第4図(A),(B)は第2図のシリコン触覚センサセル9と第3図の多層配線基板11とを接合して、さらに受圧体17と保護膜18とを形成する組み立て工程と完成状態を示す。すなわち、第2図(D)の配線パターンに合わせて、上部のセンサセル9と下部の多層配線基板11とを第4図(A)に示すように位置合わせを行って重ね、その後に加熱圧着して、はんだパンプ7と電極12との接続およびシート接着剤13によるセンサセル9の接着場所10への

1 2

Sy_1 , Sy_2 , Sy_3 の順にON/OFFの切換走査をする。本例では電源Vは信号 Sx_1 , Sx_2 , Sx_3 に対して独立しているが、共通にしてもよい。

Ey_1 は本図の矢印で示すように、回路的に1段目の単体出力 E_{11} , E_{12} , E_{13} とそれぞれに直結しており、 $Sx_1 \sim Sx_3$ および Sy_1 のスイッチ走査により、単体出力 E_{11} , E_{12} , E_{13} のいずれか1つを送出する。同様に、2段目の出力 Ey_2 は2段目の単体出力 E_{21} , E_{22} , E_{23} とそれぞれ直結しており、 $Sx_1 \sim Sx_3$ および Sy_2 のスイッチ走査により、単体出力 E_{21} , E_{22} , E_{23} のいずれか1つを送出し、3段目の出力 Ey_3 についても同様にして単体出力 E_{31} , E_{32} , E_{33} を送出する。したがって、信号 $Sx_1 \sim Sx_3$ と $Sy_1 \sim Sy_3$ とを切換走査することによって、任意の触覚センサ3の1つをアドレス指定でき、指定したセンサ3の出力を得ることができる。

第5図は、触覚センサ3を9個マトリックス状に並べた場合を示したが、触覚センサ3を10ヶ以上並べた場合においても、その信号処理方法は第5図と同じである。

1 4

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、触覚センサセル内に半導体ストレンゲージとスイッチとはんだバンプとを形成し、この触覚センサセルを搭載する多層配線基板内に電極とシート状接着剤と多層配線とを形成し、そのセルと基板の両者をはり合わせた後、触覚センサセルの上部に形成した底付穴に受圧体をはめ込み、保護膜で覆って触覚センサを形成したので、全体が小型で薄く、しかも検出感度、検出精度および応答速度等にすぐれた特性を有する触覚センサを得ることができる効果がある。

さらに、本発明によればこのような利点があるので、ロボットのハンドにとりつけて高度な作業を行わせる際に、極めて有効なセンサとなる。また、多層配線基板を可塑性材料で形成してフレキシブルにすれば、曲面に取りつけることも可能であり、用途は一層広がる。

4. 図面の簡単な説明

第1図(A)～(D)は本発明実施例の原理を示し、

本図(A)は回路図、本図(B)は底面図、本図(C)は断面図、本図(D)はゲージ位置と応力の関係を示す特性図、

第2図(A)～(D)は本発明実施例の触覚センサセルの製造工程と配線パターンを示し、本図(A)、(B)、(C)は断面図、本図(D)は底面図、

第3図(A)、(B)は本発明実施例の多層配線基板の構成を示し、本図(A)は平面図、本図(B)は断面図、

第4図(A)は本発明実施例の触覚センサの組み立て工程を示す断面図、本図(B)はその完成状態を示す断面図、

第5図は本発明実施例の信号処理回路の構成を示す回路図である。

1…ホイストンブリッジ、

2…ダイヤフラム、

3…触覚センサ、

4…シリコンセンサセルの素材、

5…ストレンゲージ、

1 5

1 6

6…FET スイッチ、

7…はんだバンプ、

8…底付穴、

9…触覚センサ、

10…接着場所、

11…多層配線基板、

12…電極、

13…シート状接着剤、

14…縦列信号線層、

15…横列信号層、

16…ベース層、

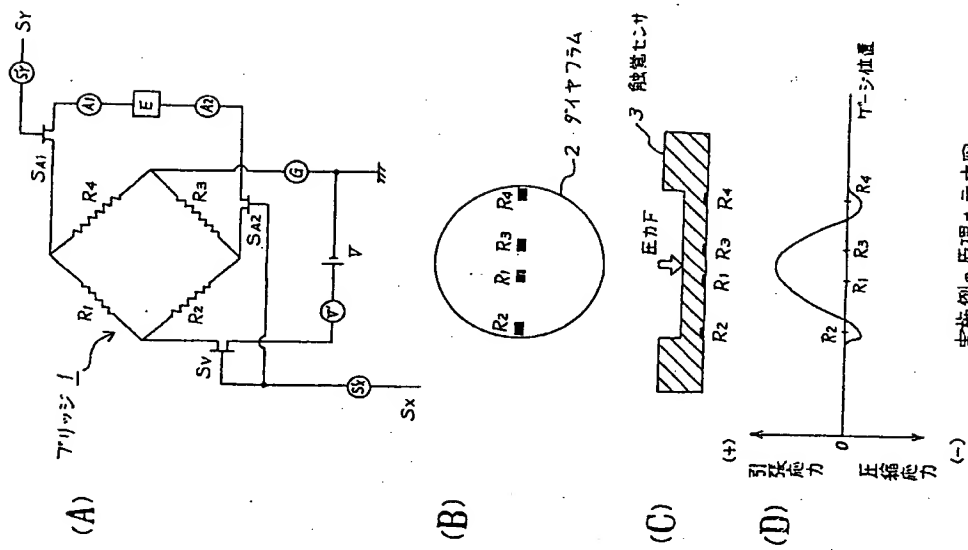
17…受圧体、

18…保護膜。

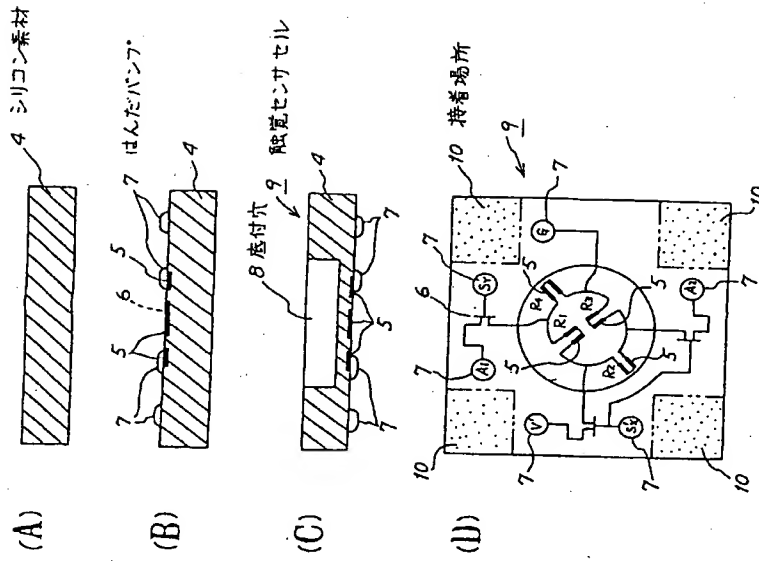
特許代理人

工務技師 飯塚幸三

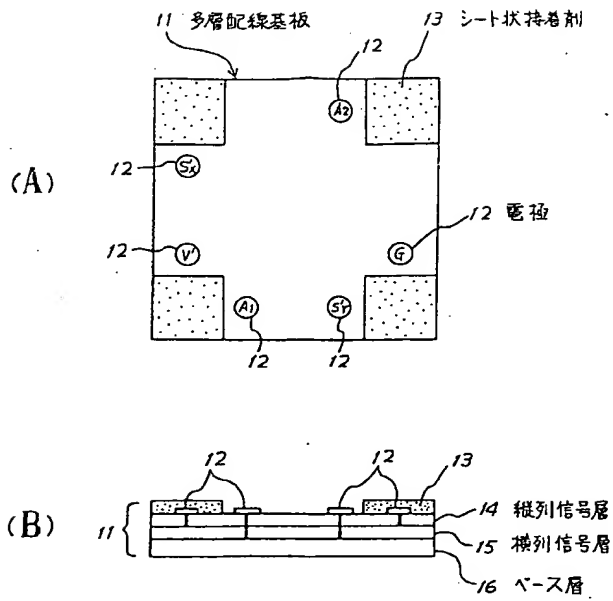
1 7



実施例の原理を示す図
第1図

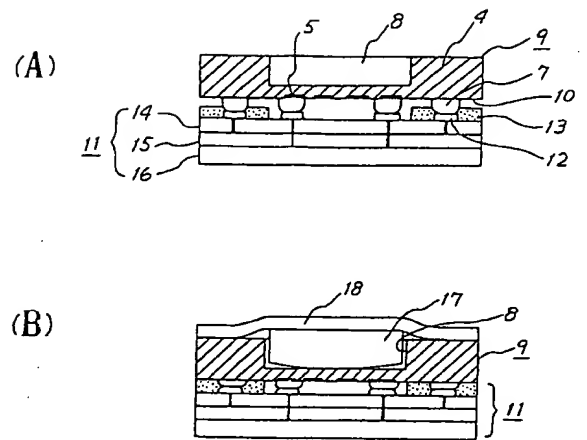


実施例の触覚センサセルの製造工程と配線パターンを示す図
第2図



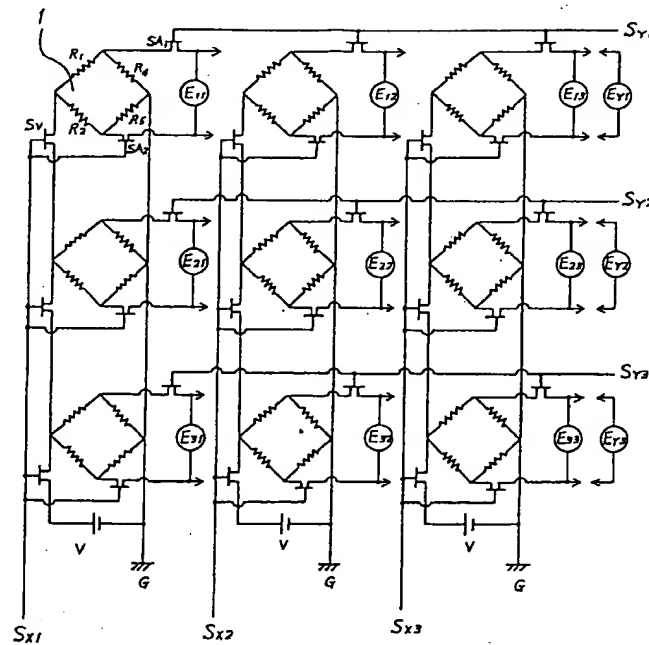
実施例の多層配線基板の構成を示す図

第 3 図



実施例の組み立て工程と完成状態を示す図

第 4 図



実施例の信号処理回路の構成を示す回路図

第 5 図

THIS PAGE BLANK (uspto)